

# SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA ESTUDO DE LOCALIZAÇÃO DE ATIVIDADES LIGADAS AO CICLO DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL NO NORDESTE BRASILEIRO

Fernando Rodrigues Lima  
Carlos Alberto Nunes Cosenza  
Alessandro da Silva  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
COPPE, Escola Politécnica  
frlima@ufrj.br  
cosenza@pep.ufrj.br  
alessandro.da.silva@uol.com.br

## Abstract

*This paper presents the development of graphics interface on GIS (Georeferenced Information System) applied to a location model. The model performs an hierarchical analysis to locate activities related to the Biodiesel production cycle, based on castor oil (**Ricinus communis** L.). The case study is placed in Brazilian Northeast region, and indicates properly selected counties for Biodiesel major stages: planting, crushing and oil processing. The GIS was implemented on Windows with Personal Geodatabase and Feature Class, applied to SAD 69 references, and involves a large set of administrative, economical, social, environmental and agricultural data. Both partial and final results were obtained with graphical and query methods for selecting and editing data. A fuzzy set program imports territorial offer data and exports location indicators to database. Thematic maps are used for hierarchical data organisation and to perform a Biodiesel stages zone classification, based on graphical analysis of generated data.*

**Key words:** GIS, location model, digital mapping.

## 1. Antecedentes

No Brasil há interesse em fomentar atividades de produção de óleo vegetal para ser adicionado ao diesel mineral em proporções de até 20%, e uma das prioridades é a obtenção de óleo no Nordeste a partir da mamona de sequilho. Esta opção visa o plantio em áreas do semi-árido nordestino [1], promovendo assim a inclusão das populações menos favorecidas (assentamentos rurais e pequenos agricultores) nestas atividades. Em um cenário mais amplo, a utilização do BIODIESEL também reduz a emissão de poluentes e fomenta o desenvolvimento sustentável.

Baseados nestas premissas desenvolvemos um estudo de localização, que indica as potencialidades de cada município para as atividades do ciclo produtivo do Biodiesel: plantio da mamona, esmagamento das bagas, e transesterificação do óleo. Os resultados obtidos subsidiam propostas preliminares de zoneamento, que alimentam outro estudo nosso, voltado para verificar a viabilidade técnica e econômica do empreendimento.

O estudo de localização efetuado baseou-se no Modelo Localicional desenvolvido por COSENZA [2], cujo algoritmo emprega Lógica Fuzzy no cotejo entre bases matriciais de oferta e demanda dos fatores que recomendam ou restringem a localização territorial de uma atividade.

O algoritmo deste modelo foi desenvolvido a partir de estudos da SOMEA [3], que objetivaram organizar as vocações econô-

micas do território italiano na década de 70, de forma a reduzir o desequilíbrio econômico entre o norte e o sul da Itália.

A elaboração e interpretação dos dados deste modelo necessitam de uma base georeferenciada, e este trabalho apresenta a metodologia e os resultados que permitiram gerar os dados de entrada (matriz de oferta) e analisar os resultados (matriz de índices locais).

O presente trabalho restringe-se ao método gráfico digital, propriedade da instituição pesquisadora, não divulgando resultados e dados específicos.

## 2. Objetivos

A proposta do trabalho é originar uma base de dados georeferenciada voltada para o estudo da produção do Biodiesel a partir da mamona no Nordeste brasileiro, que permita através de um sistema GIS:

- Organizar em uma única base os dados secundários obtidos;
- Gerar novos dados georeferenciados a partir de dados já agregados à base;
- Mensurar em cada município a oferta territorial de diversos fatores de localização;
- Analisar os índices de localização obtidos;
- Identificar os potenciais de cada município para as atividades do ciclo Biodiesel;

- Estudar propostas de zoneamento das atividades;
- Editar os mapas temáticos necessários à divulgação do estudo.

Para facilitar a utilização e difusão deste GIS, e assim aumentar sua acessibilidade, elaboramos um *Personal GeoDatabase*, operando em microcomputadores de uso pessoal com ambiente Windows. A base de dados foi desenvolvida dentro do conceito de *Feature Class* [4] com o software ArcGIS 8.3 [5], sendo armazenada e acessada a partir de um único arquivo no formato Microsoft Access.

O GIS permite a edição dos dados tabulares utilizando como interface sua representação gráfica georeferenciada, e tal procedimento permite atingir os objetivos operacionais essenciais para operar o modelo de localização:

- Flexibilizar as atividades de inclusão e desdobramento de dados;
- Permitir geração de novos dados por operações com rotinas espaciais (interseção, adjacência, etc.) ou estruturadas (pesquisa por conteúdo);
- Promover análises espaciais e quantitativas, visualizadas e analisadas com apoio da interface gráfica;
- Implementar padrões de representação gráfica apropriada à documentação do estudo de caso.

### 3. Desenvolvimento

A construção da base georeferenciada deste estudo utilizando *Feature Class* foi um procedimento pioneiro, pois as bases disponibilizadas em sítios oficiais ainda estão estruturadas em *Shapefile*, e nem todos os dados estão tabulados por município. A base de dados tornou-se não só um dispositivo organizador das informações disponíveis, como também gerador de novas informações. Seu desenvolvimento abrangeu as seguintes etapas:

1. Aquisição de dados georeferenciados e de tabelas relacionados ao estudo de localização;
2. Construção do *Personal Database*;
3. Verificação das possibilidades de visualização e edição dos dados;
4. Avaliação dos métodos para mapeamento da oferta territorial dos fatores de localização;
5. Geração e visualização de dados da oferta territorial em cada município;
6. Exportação de dados da oferta e importação de dados dos índices de localização;
7. Visualização e análise dos resultados;
8. Elaboração de propostas de zoneamento.

#### 3.1. Aquisição de dados georeferenciados e de tabelas

Nesta etapa foi efetuada a pesquisa de informações pertinentes ao caso estudado, que permitissem o detalhamento da oferta e demanda de uma lista preliminar de fatores de localização usualmente considerados em nosso estudos:

- Caracterização político-administrativa (nomes e códigos de estados, municípios, meso e micro regiões);
- Infra-estrutura de transporte (rodovias, ferrovias, hidrovias);
- Logística de produção e fornecimento (áreas aptas para plantio de mamona, armazéns, usinas de álcool, plantas esmagadoras, distribuidoras de combustível);
- Condicionantes sociais (assentamentos rurais, estabelecimentos de agricultura familiar, IDH);
- Condicionantes econômicas (pessoal empregado por setor produtivo, produção agrícola, consumo de diesel);
- Condicionantes agro-climáticas (fertilidade, pluviometria, umidade, temperatura, altitude, clima, vegetação, água, etc.).

#### 3.2. Construção do *Personal GeoDatabase*

Os dados georeferenciados dos municípios e demais itens da divisão político-administrativa foram obtidos em formato *Shapefile* no sítio do IBGE [6], e estruturados para *Feature Class* com base no sistema de coordenadas SAD 69 (*South American Datum 1969*). As tabelas obtidas em sítios oficiais com dados secundários por município foram anexadas ao *Feature Class* já georeferenciado, tendo como campo chave a grafia ou o código do município. Assim, dados disponibilizados apenas na forma tabular passaram a também apresentar seu conteúdo georeferenciado. Outros dados georeferenciados obtidos, representados por geometrias de polígono (áreas de preservação, vegetação, solos, etc.), de ponto (cidades, portos, etc.) e de linha (rodovias, rios, curvas de nível, etc.) também foram convertidos para *Feature Class* e agregados ao *Personal GeoDatabase*, pois serão necessários nas rotinas de mapeamento de oferta territorial.

#### 3.3. Verificação das possibilidades de visualização e edição dos dados

Uma vez consolidada a primeira versão do *Personal GeoDatabase*, foram feitas pesquisas para edição de legendas por convenções cromáticas e para geração de novos dados a partir da base existente. Na elaboração de legendas com convenção cromática utilizamos as seguintes técnicas de classificação para conjunto de dados: quebras da distribuição (jenks), intervalos iguais (*equal intervals*) e quantis (quantile). A geração de novos dados utilizou também operações de interseção e associação entre *Feature Classes*. Dados disponibilizados com outro tipo de polígonos (isolinhas, unidades de solo, etc.) foram interseccionados com os polígonos de municípios, e depois as frações obtidas foram reagrupadas gerando um novo dado representativo do município, resultado da média ponderada do valor do dado pela área de sua fração no município.

#### 3.4. Avaliação dos métodos para mapeamento da oferta territorial

Uma vez obtidos e ajustados os dados municipais, foram pesquisadas e testadas as possibilidades para obter a graduação da oferta territorial de cada fator de localização considerado no estudo. Ocorreram duas situações:

- O dado de oferta do fator já pode ser definido a partir de um dado tabular, bastando para isto agrupá-lo segundo algum critério de distribuição (intervalo, quantil, etc.);
- O dado de oferta do fator necessita ser gerado a partir de um critério espacial aplicado à representação georeferenciada do município (distância, pertinência, etc.)

Ambas as possibilidades foram exploradas e implementadas respectivamente a partir de mecanismos de seleção por SQL (Structured Query Language) e Análise Geoespacial (seleção de registros que atendam a um critério de distância ou pertinência a outro elemento selecionado de uma *Feature Class*).

### 3.5. Geração e visualização de dados da oferta territorial

Na medida em que os dados por município foram sendo adquiridos ou gerados, seu conteúdo foi incorporado a uma *Feature Class* que armazena as principais variáveis do estudo. Para geração do dado de oferta de um fator, foi criada uma nova coluna, preenchida por meio de uma das técnicas acima descritas (SQL ou Análise Geoespacial). Foi feita a opção de graduar a oferta com valores de 0 (zero) a 10 (dez), de forma a permitir uma posterior adequação destes valores aos conceitos *fuzzy*: excelente, boa, regular e irrelevante. O preenchimento do valor que representa a oferta territorial baseou-se em fichas que descrevem qual o método e o critério a ser adotado, e que, conforme mencionamos, não podem ser divulgadas sem prévia autorização do demandante do estudo. Uma vez atribuídos os valores, foram gerados os mapas temáticos (Figura 1) para verificação da pertinência e consistência do dado de oferta territorial.

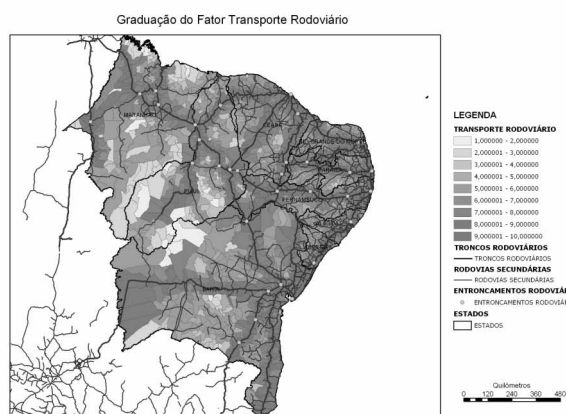


Figura 1: Mapeamento da oferta territorial de um fator, utilizando critério de distância.

### 3.6. Exportação e importação de dados

O processamento do modelo compara as matrizes de oferta e demanda, seguindo critérios de cotejo que empregam Lógica Fuzzy. Esta etapa é realizada em um *software* especialmente desenvolvido para este fim, que é alimentado por um dado tabular que representa a graduação de cada fator em cada município estudado. O programa faz internamente os ajustes necessários ao agrupamento dos valores por faixa conceitual (boa, regular, etc.). Gera como resultado novo dado tabular, que indica qual o potencial de cada município para cada atividade estudada (plântio, esmagamento, transesterificação). A base georeferenciada permite a exportação de tabela com os dados de oferta, e a posterior importação de tabela com os resultados obtidos no programa, desde que todas contenham o dado de um campo chave comum, no caso o código do município.

### 3.7. Visualização e análise dos resultados

Obtidos e integrados ao *Feature Class* do município os dados tabulares com os índices de localização, são elaborados os mapas temáticos para visualização dos dados (Figura 2), com valores agrupados por intervalos iguais. A escala cromática deve conter a variação em três cores, sendo que a cor intermediária representa as situações de equilíbrio entre oferta e demanda, as demais representam situações onde algum fator deixou de ser atendido (menores valores), ou a oferta é superior a demanda (maiores valores).

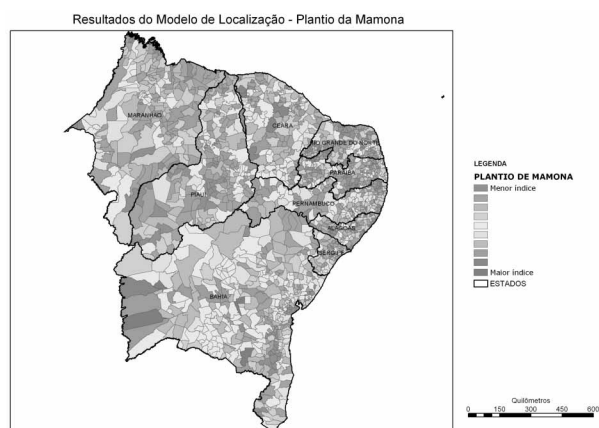


Figura 2: Resultado dos índices de localização para uma atividade estudada.

### 3.8. Elaboração de propostas de zoneamento

O processo de zoneamento dos municípios mais aptos às atividades estudadas é totalmente iterativo, pois são testadas várias seleções de municípios em função dos valores de índice de localização obtidos. Os municípios de melhor índice e que atendem às condicionantes são agrupados em zonas, e dentre estes um é destacado como cidade âncora, um conceito que permitirá prosseguir com os demais estudos de viabilidade. Para definir uma zona, a visualização do dado é essencial, pois permite aplicar métodos associativos, que levam em conta outras categorias de dados: infra-estrutura logística, divisão político-administrativa, etc.

## 4. Conclusões

A utilização de um *Personal GeoDatabase* construído dentro do conceito de *Feature Class* correspondeu à dinâmica demandada pelo estudo de caso. Os dados secundários por município que não estavam disponibilizados foram gerados com êxito, e quando graficamente comparados com o dado original apresentaram distribuição semelhante. A associação de tabelas através de associação por meio de campo em comum (ex: código municipal) também demonstrou ser uma alternativa eficiente e rápida para georeferenciar dados adquiridos em forma de planilha ou tabela.

O mapeamento de oferta territorial utilizando análise espacial ou classificação estatística de dados quantitativos também se mos-

trou viável, dinâmico e seguro, principalmente devido ao caráter iterativo da operação que gera o dado da oferta e promove sua imediata visualização gráfica no mapa.

Finalmente, a análise dos potenciais e a elaboração de propostas para zonamento de atividades apresentaram significativo ganho em produtividade e confiabilidade, pois os métodos disponíveis para visualização de mapas temáticos e edição iterativa das tabelas da base georeferenciada atenderam plenamente a dinâmica necessária ao estudo de caso.

A base georeferenciada obtida poderá ser facilmente ampliada objetivando outras aplicações no nordeste brasileiro. A metodologia também será em breve aplicada na elaboração de nova base com enfoque municipal, desta vez abrangendo todo o território brasileiro.

#### Referências

1. Beltrão, N.E.M., Mamona: Árvore do Conhecimento e Sistemas de Produção para o Semi-Árido Brasileiro, ISSN 0100-6460, Circular Técnica 070, EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 2003.
2. COSENZA, C. A., A Industrial Location Model, Working paper, Martin Centre for Architectural and Urban Studies, Cambridge University, Cambridge, 1981.
3. ATTANASIO, D., MASTERLI: Modelo di Assetto Territoriale e di Localizzazione Industriale, Centro Studi Confindustria, Bologna, 1974.
4. LIMA P., CÂMARA G., PAIVA, J., III Simpósio Brasileiro de Geoinformática, Rio de Janeiro, 2001.
5. MINAMI, M., Using ArcMap, Environmental Systems Research Institute, Inc., Readlands, 2000.
6. <http://mapas.ibge.gov.br/website/> [15/12/2003].